Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра обчислювальної техніки

Системне програмування

Лабораторна робота №10

«Використання у проекті C++ з використанням модулів на асемблері»

Виконав:

студент групи ІО-82

Шендріков Є. О.

Залікова № 8227

Перевірив Порєв В. М.

Київ – 2020

Мета

Навчитися створювати програми на C++ з використанням модулів на асемблері.

Завдання

1. Створити у середовищі MS Visual Studio проект C++ з ім’ям Lab10.

2. Написати вихідний текст програми згідно варіанту завдання. У проекті мають бути такі файли вихідного тексту:

- головний файл: lab10.cpp

- файли двох модулів на асемблері: module.asm та longop.asm.

3. У цьому проекті кожний модуль може окремо компілюватися.

4. Скомпілювати вихідний текст і отримати виконуємий файл програми.

5. Перевірити роботу програми. Налагодити програму.

6. Отримати результати – кодовані значення чисел згідно варіанту завдання.

7. Проаналізувати та прокоментувати результати, вихідний текст та машинний код програми.

Мій варіант:

№ варіанту	Вираження	Розрядність
25	$A + B^2 - C^3$	352

Текст програми

lab10.cpp

```
// Lab10.cpp : Defines the entry point for the application.
//

#include "stdafx.h"
#include "Lab10.h"
#include "longop.h"
#include "module.h"

#define MAX_LOADSTRING 100

// Global Variables:
HINSTANCE hInst;                                // поточний екземпляр
TCHAR szTitle[MAX_LOADSTRING];                  // текст рядка заголовка
TCHAR szWindowClass[MAX_LOADSTRING];            // ім’я класу головного вікна
```

```
// Форвардні оголошення функцій, включених в цей модуль коду:
ATOM                    MyRegisterClass(HINSTANCE hInstance);
BOOL                    InitInstance(HINSTANCE, int);
LRESULT CALLBACK    WndProc(HWND, UINT, WPARAM, LPARAM);
INT_PTR CALLBACK    About(HWND, UINT, WPARAM, LPARAM);

int APIENTRY _tWinMain(_In_ HINSTANCE hInstance,
                     _In_opt_ HINSTANCE hPrevInstance,
                     _In_ LPTSTR    lpCmdLine,
                     _In_ int       nCmdShow)
{
       UNREFERENCED_PARAMETER(hPrevInstance);
       UNREFERENCED_PARAMETER(lpCmdLine);

       // TODO: Place code here.
       MSG msg;
       HACCEL hAccelTable;

       // Ініціалізація глобальних рядків
       LoadString(hInstance, IDS_APP_TITLE, szTitle, MAX_LOADSTRING);
       LoadString(hInstance, IDC_LAB10, szWindowClass, MAX_LOADSTRING);
       MyRegisterClass(hInstance);

       // Ініціалізація додатку
       if (!InitInstance (hInstance, nCmdShow))
       {
              return FALSE;
       }

       hAccelTable = LoadAccelerators(hInstance, MAKEINTRESOURCE(IDC_LAB10));

       // Цикл основного повідомлення:
       while (GetMessage(&msg, NULL, 0, 0))
       {
              if (!TranslateAccelerator(msg.hwnd, hAccelTable, &msg))
              {
                     TranslateMessage(&msg);
                     DispatchMessage(&msg);
              }
       }

       return (int) msg.wParam;
}



//
//  FUNCTION: MyRegisterClass()
//
//  PURPOSE: реєструє клас вікна.
//
//  КОМЕНТАР:
//
//  Ця функція і її використання необхідні тільки в разі, якщо потрібно, щоб даний код
//  був сумісний з системами Win32, що не мають функції RegisterClassEx
//  яка була додана в Windows 95. Виклик цієї функції важливий для того,
//  щоб додаток отримав "якісні" дрібні значки і встановив зв'язок з ними.
//
//
ATOM MyRegisterClass(HINSTANCE hInstance)
{
       WNDCLASSEX wcex;

       wcex.cbSize = sizeof(WNDCLASSEX);

       wcex.style                  = CS_HREDRAW | CS_VREDRAW;
       wcex.lpfnWndProc     = WndProc;
       wcex.cbClsExtra             = 0;
```

```
        wcex.cbWndExtra            = 0;
        wcex.hInstance             = hInstance;
        wcex.hIcon                 = LoadIcon(hInstance, MAKEINTRESOURCE(IDI_LAB10));
        wcex.hCursor        = LoadCursor(NULL, IDC_ARROW);
        wcex.hbrBackground  = (HBRUSH)(COLOR_WINDOW+1);
        wcex.lpszMenuName   = MAKEINTRESOURCE(IDC_LAB10);
        wcex.lpszClassName  = szWindowClass;
        wcex.hIconSm        = LoadIcon(wcex.hInstance, MAKEINTRESOURCE(IDI_SMALL));

        return RegisterClassEx(&wcex);
}

//
//   FUNCTION: InitInstance(HINSTANCE, int)
//
//   PURPOSE: зберігає обробку примірника і створює головне вікно.
//
//   КОМЕНТАРІ:
//
//   У даній функції дескриптор екземпляра зберігається в глобальній змінній, а також
//   створюється і виводиться на екран головне вікно програми.
//
//
BOOL InitInstance(HINSTANCE hInstance, int nCmdShow)
{
   HWND hWnd;

   hInst = hInstance; // Зберегти дескриптор екземпляру в глобальній змінній

   hWnd = CreateWindow(szWindowClass, szTitle, WS_OVERLAPPEDWINDOW,
      CW_USEDEFAULT, 0, CW_USEDEFAULT, 0, NULL, NULL, hInstance, NULL);

   if (!hWnd)
   {
      return FALSE;
   }

   ShowWindow(hWnd, nCmdShow);
   UpdateWindow(hWnd);

   return TRUE;
}

void MyWork1(HWND hWnd)
{
        long oA[11] = { 0x00000004, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
                0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
0x00000000 };
        long oB[11] = { 0x00000005, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
                0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
0x00000000 };
        long oC[11] = { 0x00000002, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
                0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
0x00000000 };
        long oO[11] = { 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
                0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
0x00000000 };

        long result1[22] = { 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
                0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
                0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
0x00000000 };
        long result2[22] = { 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
                0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
                0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
0x00000000 };
```

```
	long result3[22] = { 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
		0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
		0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
0x00000000 };
	long result4[22] = { 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
		0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
		0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
0x00000000 };
	long result5[22] = { 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
		0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
		0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
0x00000000 };
	long result6[22] = { 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
		0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
		0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
0x00000000 };
	char TextBuf[352];
	char TextBuf10[44];
	Mul_NxN_LONGOP(result1, oB, oB);
	Add_LONGOP(11, result2, result1, oA);
	Mul_NxN_LONGOP(result3, oC, oC);
	Mul_NxN_LONGOP(result4, result3, oC);
	Sub_LONGOP(22, result5, result4, result2);
	Add_LONGOP(22, result6, result5, result6);
	StrToDec(44, 11, TextBuf10, result6);
	MessageBox(hWnd, TextBuf10, "Результат A+B^2-C^3", MB_OK);
	StrHex_MY(352, result6, TextBuf);
	MessageBox(hWnd, TextBuf, "Результат A+B^2-C^3", MB_OK);


}


//
//  FUNCTION: WndProc(HWND, UINT, WPARAM, LPARAM)
//
//  PURPOSE:  обробляє повідомлення в головному вікні.
//
//  WM_COMMAND - обробка меню програми
//  WM_PAINT - закрасити головне вікно
//  WM_DESTROY - ввести повідомлення про вихід і повернутися.
////
LRESULT CALLBACK WndProc(HWND hWnd, UINT message, WPARAM wParam, LPARAM lParam)
{
	int wmId, wmEvent;
	PAINTSTRUCT ps;
	HDC hdc;

	switch (message)
	{
	case WM_COMMAND:
		wmId    = LOWORD(wParam);
		wmEvent = HIWORD(wParam);
		// Розібрати вибір в меню:
		switch (wmId)
		{
		case IDM_ABOUT:
			DialogBox(hInst, MAKEINTRESOURCE(IDD_ABOUTBOX), hWnd, About);
			break;
		case IDM_EXIT:
			DestroyWindow(hWnd);
			break;
		case ID_32771:
			MyWork1(hWnd);
```

```
                        break;
                default:
                        return DefWindowProc(hWnd, message, wParam, lParam);
                }
                break;
        case WM_PAINT:
                hdc = BeginPaint(hWnd, &ps);
                // TODO: Add any drawing code here...
                EndPaint(hWnd, &ps);
                break;
        case WM_DESTROY:
                PostQuitMessage(0);
                break;
        default:
                return DefWindowProc(hWnd, message, wParam, lParam);
        }
        return 0;
}



// Оброблювач повідомлень для вікна "Про програму".
INT_PTR CALLBACK About(HWND hDlg, UINT message, WPARAM wParam, LPARAM lParam)

{
        UNREFERENCED_PARAMETER(lParam);
        switch (message)
        {
        case WM_INITDIALOG:
                return (INT_PTR)TRUE;

        case WM_COMMAND:
                if (LOWORD(wParam) == IDOK || LOWORD(wParam) == IDCANCEL)
                {
                        EndDialog(hDlg, LOWORD(wParam));
                        return (INT_PTR)TRUE;
                }
                break;
        }
        return (INT_PTR)FALSE;
                                                }
```

longop.asm

```
.586
.model flat, c
.data
        x dd 1h
        bitNumber dd ?

        a dd 0
        b dd 0
        r dd 0


.code

Add_LONGOP proc bits:DWORD, dest:DWORD, pB:DWORD, pA:DWORD

mov esi, pA ;ESI = адреса A
mov ebx, pB ;EBX = адреса B
mov edi, dest ;EDI = адреса результату
mov ecx, bits; ECX = потрібна кількість повторень
mov edx, 0
clc ; обнулює біт CF регістру EFLAGS
```

```
mov edx, 0
cycle:
mov eax, dword ptr[esi+4*edx]
adc eax, dword ptr[ebx+4*edx] ; додавання групи з 32 бітів
mov dword ptr[edi+4*edx], eax
inc edx; модифікація зсуву
dec ecx ; лічильник зменшуємо на 1
jnz cycle

ret
Add_LONGOP endp

Sub_LONGOP proc bits:DWORD, dest:DWORD, pB:DWORD, pA:DWORD
mov esi, pA ;ESI = адреса A
mov ebx, pB ;EBX = адреса B
mov edi, dest ;EDI = адреса результату
mov ecx, bits; ECX = потрібна кількість повторень
clc ; обнулює біт CF регістру EFLAGS
mov edx, 0
cycle:
mov eax, dword ptr[esi+4*edx]
sbb eax, dword ptr[ebx+4*edx] ; додавання групи з 32 бітів
mov dword ptr[edi+4*edx], eax
inc edx; модифікація зсуву
dec ecx ; лічильник зменшуємо на 1
jnz cycle
ret
Sub_LONGOP endp

Mul_NxN_LONGOP proc dest:DWORD, p2:DWORD, p1:DWORD


	mov esi, p1
	mov edi, p2
	mov ebx, dest

	mov dword ptr[a],0
	mov dword ptr[b],0
	mov dword ptr[r],0


	mov ecx, 18
	@cycle:

		push ecx

		mov ecx, 8
		@cycleInner:
			push ecx

			mov ecx, a
			mov eax, dword ptr[esi + 4 * ecx]


			mov ecx, b
			mul dword ptr[edi + 4 * ecx]

			mov ecx, r

			clc
			adc eax, dword ptr[ebx + 4 * ecx]
			mov dword ptr[ebx + 4 * ecx], eax

			mov eax, dword ptr[ebx + 4 * ecx]

			adc edx, dword ptr[ebx + 4 * ecx + 4]
			mov dword ptr[ebx + 4 * ecx + 4], edx
```

```
                    mov eax, dword ptr[ebx + 4 * ecx + 4]

                    inc a
                    inc r
                    pop ecx
                    dec ecx
                    jnz @cycleInner

            inc b

            xor eax, eax
            mov a, eax

            mov eax, b
            mov r, eax

            pop ecx
            dec ecx
            jnz @cycle

      ret

Mul_NxN_LONGOP endp

End
```

module.asm

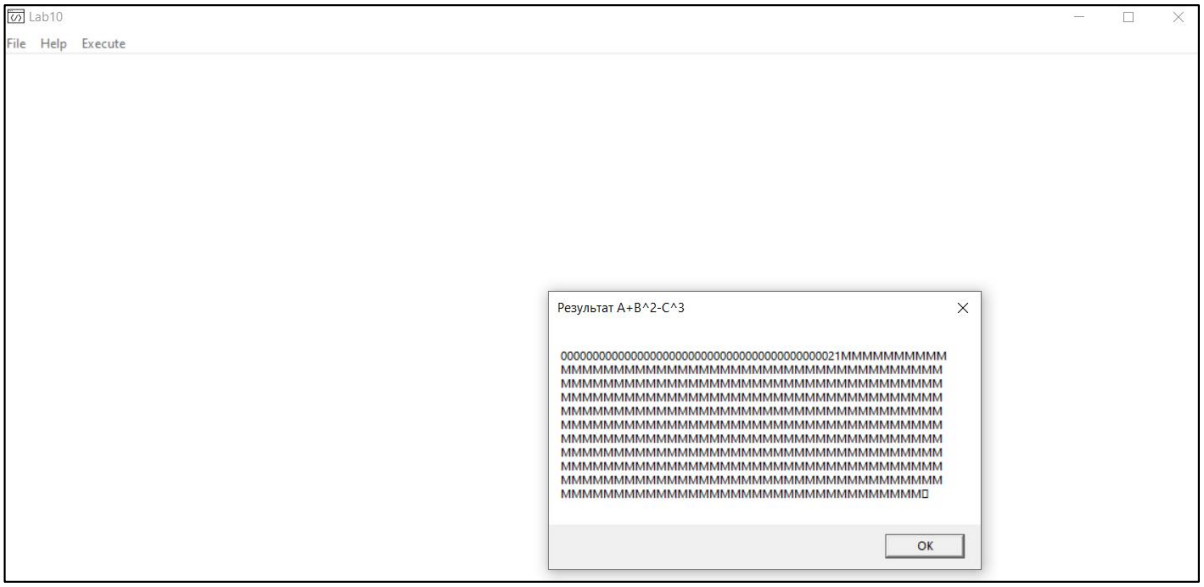
```
.586
.model flat, c
.data
      x dd 0h
      x1 dd 0h
      x2 dd 0h
      b dd 0
      fractionalPart db ?
      two dd 2
      buf dd 80 dup(0)
      decCode db ?
      buffer dd 128 dup(?)


.code
;процедура StrHex_MY записує текст шістнадцятькового коду
;перший параметр - адреса буфера результату (рядка символів)
;другий параметр - адреса числа
;третій параметр - розрядність числа у бітах (має бути кратна 8)
StrHex_MY proc proc bits:DWORD, src:DWORD, dest:DWORD

mov ecx, bits ;кількість бітів числа
cmp ecx, 0
jle @exitp
shr ecx, 3 ;кількість байтів числа
mov esi, src ;адреса числа
mov ebx, dest ;адреса буфера результату
@cycle:
mov dl, byte ptr[esi+ecx-1] ;байт числа - це дві hex-цифри
mov al, dl
shr al, 4 ;старша цифра
call HexSymbol_MY
mov byte ptr[ebx], al
mov al, dl ;молодша цифра
call HexSymbol_MY
mov byte ptr[ebx+1], al
mov eax, ecx
```

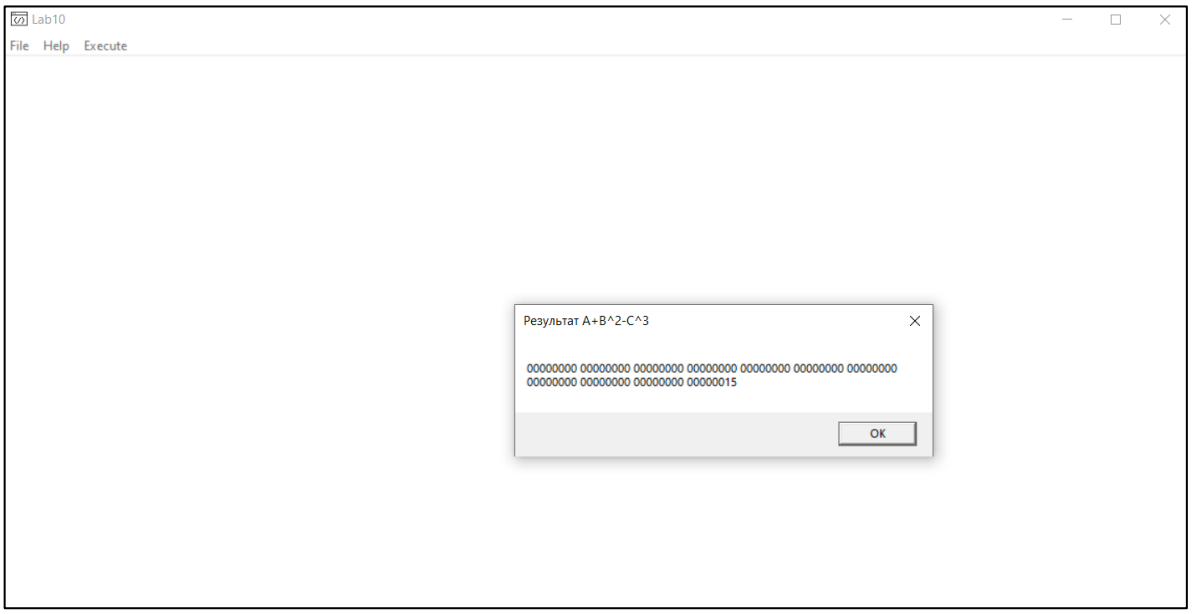
```
cmp eax, 4
jle @next
dec eax
and eax, 3 ;проміжок розділює групи по вісім цифр
cmp al, 0
jne @next
mov byte ptr[ebx+2], 32 ;код символа проміжку
inc ebx
@next:
add ebx, 2
dec ecx
jnz @cycle
mov byte ptr[ebx], 0 ;рядок закінчується нулем
@exitp:

ret
StrHex_MY endp
;ця процедура обчислює код hex-цифри
;параметр - значення AL
;результат -> AL

HexSymbol_MY proc
and al, 0Fh
add al, 48 ;так можна тільки для цифр 0-9
cmp al, 58
jl @exitp
add al, 7 ;для цифр A,B,C,D,E,F
@exitp:

ret
HexSymbol_MY endp

StrToDec proc bytesOnScreen: dword, numberOfDd: dword, decCodeLocal: dword, strCodeLocal:
dword

mov esi, strCodeLocal ;[ebp + 20] ;str code
mov edi, decCodeLocal ;[ebp + 16] ;dec code
mov eax, numberOfDd ;[ebp + 12]
mov x1, eax ; number of dd
mov eax, bytesOnScreen ;[ebp + 8]
mov x2, eax ; bytes on screan


       push esi
       push edi


       push esi
       push offset buffer
       push x1
       call COPY_LONGOP

       pop edi
       pop esi

mov b, 0

xor ecx, ecx
xor ebx, ebx
cycle:
push ecx
push edi

push esi
push offset buf
push offset decCode
push x1
call DIV_LONGOP
```

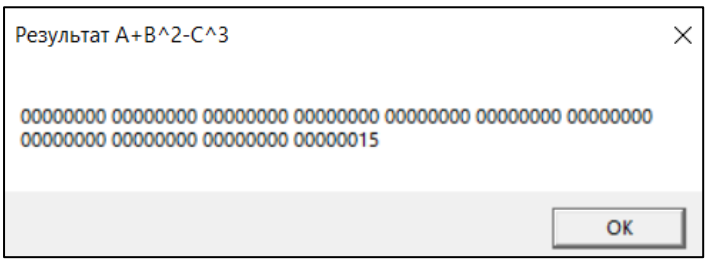
```
pop edi
mov ebx, b
mov al, byte ptr[decCode]
add al, 48
mov byte ptr[edi + ebx], al

xor ecx, ecx
cycleInner:
mov eax, dword ptr[buf + 4 * ecx]
mov dword ptr[esi + 4 * ecx], eax
mov dword ptr[buf + 4 * ecx], 0
inc ecx
cmp ecx, x1
jl cycleInner

pop ecx
inc ecx
inc b
cmp ecx, x2
jl cycle

mov ebx, x2
mov eax, x2
xor edx, edx
div two
mov x2, eax
dec ebx
xor ecx, ecx
cycle1:

mov al, byte ptr[edi + ecx]
mov ah, byte ptr[edi + ebx]
mov byte ptr[edi + ecx], ah
mov byte ptr[edi + ebx], al

dec ebx
inc ecx
cmp ecx, x2
jl cycle1

push offset buffer
       push esi
       push x2
       call COPY_LONGOP

ret
StrToDec endp

DIV_LONGOP proc

push ebp
mov ebp, esp

mov esi, [ebp + 20] ; number
mov edi, [ebp + 16] ;integer
mov ebx, [ebp + 12] ;fractional
mov eax, [ebp + 8] ; bytes
mov x, eax

push ebx
xor edx, edx
mov ecx, x
dec x
mov ebx,x
cycle :
push ecx
mov ecx, 10
```

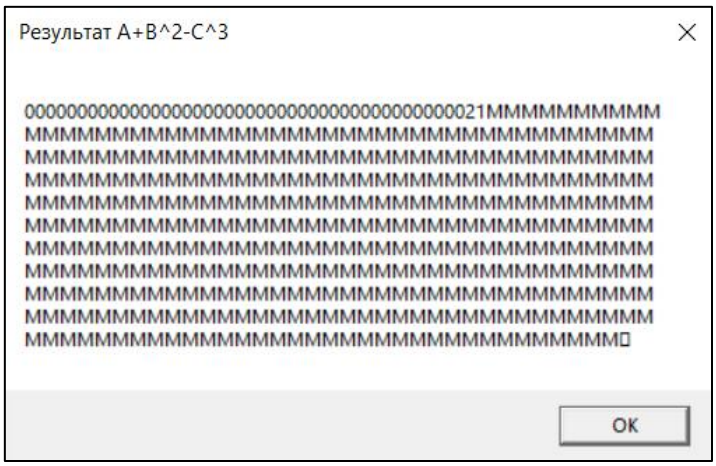
```
mov eax, dword ptr[esi + 4 * ebx]

div ecx
mov fractionalPart, dl
mov dword ptr[edi + 4 * ebx], eax
dec ebx
pop ecx
dec ecx

jnz cycle

pop ebx
mov al, fractionalPart
mov byte ptr[ebx], al
pop ebp
ret 16

DIV_LONGOP endp

COPY_LONGOP proc

	push ebp
	mov ebp, esp

	mov esi, [ebp + 16]
	mov edi, [ebp + 12]
	mov edx, [ebp + 8]


	mov ecx, 0
	@cycle:
		mov eax, dword ptr[esi + 4 * ecx]
		mov dword ptr[edi + 4 * ecx], eax
		inc ecx

		cmp ecx, edx
		jne @cycle

	pop ebp
	ret 12


COPY_LONGOP endp


End
```

Результати роботи програми









Аналіз результатів

A = 4 = 4h

B = 5 = 5h

C = 2 = 2h

$A + B^2 - C^3 = 21 = 15h$

Як бачимо результат співпадає зі значеннями з програми, як у десятковій, так і в шістнадцятковій системі. Отже, результати програми повністю збігаються з теоретичними даними. Програма працює вірно.

Висновок

В ході лабораторної роботи було розроблено навик створення програми на C++ з використанням модулів на асемблері. Було виконано підрахунок чисел за формулою $A + B^2 - C^3$. Кінцева мета роботи досягнута.

Відповіді на контрольні запитання

1. **Як налагодити підтримку асемблеру у проекті Visual C++?**

Викликаємо контекстне меню проекту. Натискаємо праву кнопку миші на назві проекту, переходимо у розділ «Зависимости сборки», потім «Настройки сборки» і там вмикаємо підтримку masm.

2. **Як у проекті вказати робочий набір символів multibyte замість Unicode?**

Відкриваємо властивості проекту у меню «Отладка». Потім вкладку «Свойства конфигурации» і «Дополнительно», а там рядок «Набор символов» та змінюємо «Использовать набор символов Юникода» на «Использовать многобайтовую кодировку».

3. **Що таке конвенція cdecl?**

Це конвенція виклику на C++, згідно з якою процедура не буде сама звільнювати стек від параметрів – це буде робитися після відпрацювання процедури та виходу з неї. Завдяки цьому дані процедури можливо використовувати у програмах на C++.

4. **Як відредагувати меню програми?**

Це можна зробити відкривши файл ресурсів (з розширенням .rc). Там потрібно обрати файл у папці «Menu» та в ньому змінювати все що забажаєте.

5. **Який машинний код додає компілятор при виклику процедури?**

Використовуючи конвенцію cdecl компілятор перед викликом процедури розмістить у стеку параметри, та після виклику здійснить звільнення стеку від них шляхом зміщення показника стеку на певну кількість значень.

6. **Чому аргумент функції Func(char *dest), який мовою C++ має тип char*, при програмуванні на асемблері повинен мати тип DWORD?**

У C++ char* повертає адресу на перший елемент масиву і для доступу до масиву даних на асемблері нам також потрібна адреса першого елементу, тому ми використовуємо DWORD як розмір комірки для цієї адреси.